

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-071828

(43)Date of publication of application : 12.03.2003

(51)Int. Cl. B28D 5/00

B23K 26/00

B23K 26/02

H01L 21/301

(21)Application number : 2001-265381 (71)Applicant : JAPAN SCIENCE & TECHNOLOGY CORP

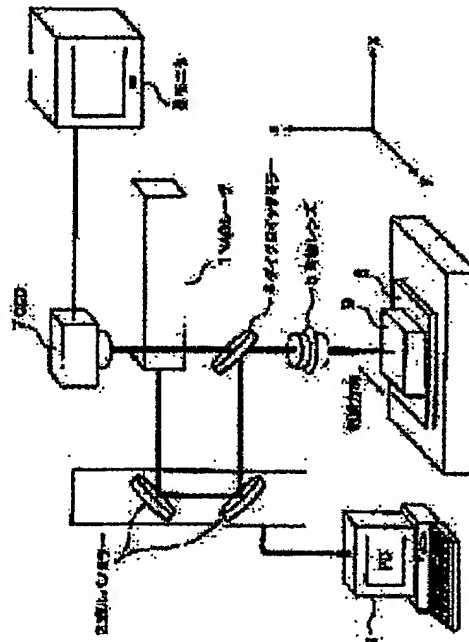
(22)Date of filing : 03.09.2001 (72)Inventor : IKENO JUNICHI

(54) LASER MICRO-SLITTING DEVICE AND ITS METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laser micro-slitting device using the features of hard, fragile material which is weak to tensile stress caused by thermal strain and in which the progress of a crack is induced by the tensile stress.

SOLUTION: The device is composed of laser beams 1, a light converging means 5 which converges the laser beams and casts them to a specimen, a scanning means for scanning the laser beams, and a stage 6 for mounting the specimen.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.11.2003

[Date of sending the examiner's decision 28.03.2006
of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection] 2006-007585

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection] 21.04.2006

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-71828

(P2003-71828A)

(43)公開日 平成15年3月12日(2003.3.12)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	FI	テマコード(参考)
B 2 8 D 5/00		B 2 8 D 5/00	Z 3 C 0 6 9
B 2 3 K 26/00	3 2 0	B 2 3 K 26/00	3 2 0 E 4 E 0 6 8
26/02		26/02	C
H 0 1 L 21/301		H 0 1 L 21/78	B

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2001-265381(P2001-265381)

(22)出願日 平成13年9月3日(2001.9.3)

特許法第30条第1項適用申請有り 平成13年9月5日
 社団法人精密工学会発行の「2001年度精密工学春季大会
 学術講演会講演論文集」に発表

(71)出願人 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(72)発明者 池野 順一

埼玉県浦和市領家7-22-16

(74)代理人 100089265

弁理士 長瀬 成城

Fターム(参考) 3C069 A4D1 B408 B804 B006 C4D0

4B068 A5D1 C0D3 C0D4 DA10 DB10

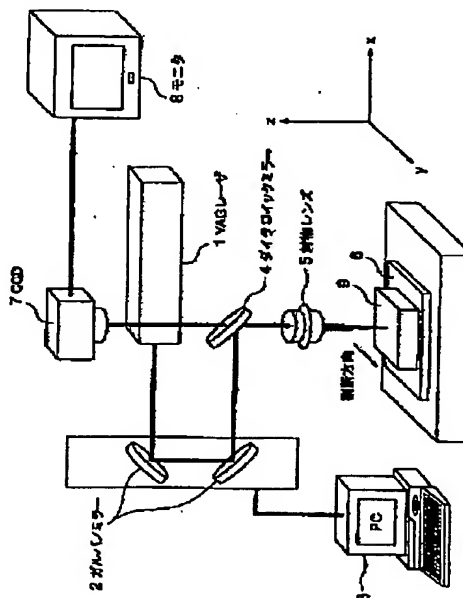
DB12 DB13

(54)【発明の名称】 レーザマイクロ切断装置およびその方法

(57)【要約】

【課題】熱歪みによって発生する引っ張り応力に弱く、クラックの進展はこの引っ張り応力によって誘導されるという硬脆材料の特徴を応用したレーザマイクロ切断装置を提供する。

【解決手段】レーザ光1と、このレーザ光を集光し試料上に照射する集光手段5と、レーザ光を走査する走査手段2と、試料載置用のステージ6とによって構成されていることを特徴とするレーザマイクロ切断装置。



(2)

特開2003-71828

【特許請求の範囲】

【請求項1】レーザ光と、このレーザ光を集光し試料上に照射する集光手段と、レーザ光を走査する走査手段と、試料載置用のステージとによって構成されていることを特徴とするレーザマイクロ切断装置。

【請求項2】前記レーザ光はYAGレーザであることを特徴とする請求項1に記載のレーザマイクロ切断装置。

【請求項3】前記走査手段はガルバノミラーであることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のレーザマイクロ切断装置。

【請求項4】前記ステージは少なくともX、Y、Z方向のいずれか一方方向に移動可能なステージであることを特徴とする請求項1～請求項3のいずれかに記載のレーザマイクロ切断装置。

【請求項5】前記集光手段は対物レンズであることを特徴とする請求項1～請求項4のいずれかに記載のレーザマイクロ切断装置。

【請求項6】前記集光手段は光学顕微鏡であることを特徴とする請求項1～請求項5のいずれかに記載のレーザマイクロ切断装置。

【請求項7】前記レーザ光と同軸に照明光を入れ、焦点部の観察を可能としたことを特徴とする請求項1～請求項6のいずれかに記載のレーザマイクロ切断装置。

【請求項8】レーザ光発振源から発振されたレーザ光を対物レンズまたは光学顕微鏡で集光して試料上に照射し、試料をレーザマイクロ切断することを特徴とするレーザマイクロ切断方法。

【請求項9】レーザ光発振源から発振されたレーザ光を試料上に対物レンズまたは光学顕微鏡で集光し、試料上でレーザ光を走査しながら試料をレーザマイクロ切断することを特徴とするレーザマイクロ切断方法。

【請求項10】前記試料上でレーザ光を走査しながら試料載置用のステージを移動し試料をレーザマイクロ切断することを特徴とする請求項9に記載のレーザマイクロ切断方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、硬脆材料を切断するレーザマイクロ切断装置およびその方法に関するものである。より具体的には、硬脆材料は熱歪みによって発生する引っ張り応力に強く、クラックの進展はこの引っ張り応力によって誘導されるという特徴を応用したレーザマイクロ切断装置およびその方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より行われているレーザマイクロ加工では、レーザ波長もしくはパルス幅が小さいほど高精度で微細な加工が可能であることが知られている。しかし、短波長、短パルスのレーザは高価であるため、レーザマイクロ加工ではより安価な加工法の開発が望まれて

いた。

【0003】一方、加工精度が光の波長に依存しないレーザ加工の一つにレーザ切断法がある。レーザ切断法は、材料内においてレーザビーム付近では熱膨張に伴う圧縮応力が発生し、レーザビーム外側周囲では引っ張り応力が発生する。この応力が材料の破壊靱性を上回ると亀裂が発生し、これによって材料切断が可能となる。熱源にレーザを用いたものがレーザ切断法という既存の手法であり、現在液晶パネルガラスの切断などマイクロ領域での加工に用いられている。ところがレーザ切断法は、マイクロ領域になるとクラック進展方向の制御が困難であるという問題がある。もしも汎用レーザを用いてクラック進展方向を微細に制御できれば、より安価なレーザマイクロ加工の可能性が見いだせるものと期待される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし現在のレーザ切断法はマクロ領域の加工しか実現できておらず、マイクロ領域の微細加工においてはニーズが高いにも関わらず加工が困難とされてきた。その原因はマイクロ領域での精密な熱分布を形成できないところにある。

【0005】そこで、本発明では、レーザ光発振源から発振されたレーザ光を集光手段としての対物レンズあるいは光学顕微鏡で集光して試料上に照射し、試料上でこのレーザ光を走査し、あるいは試料を載置しているステージを移動させて試料をレーザマイクロ切断するレーザマイクロ切断装置およびその方法を提供し、上記問題点を解決することを目的とする。

【0006】本レーザマイクロ切断法では、レーザ光を集光手段としての対物レンズあるいは光学顕微鏡で集光し、走査手段としてのガルバノミラーによって試料上を走査させることで熱歪みをマイクロ領域でも精密に形成することができる。また、レーザ光線を走査させるための2枚のガルバノミラーはパーソナルコンピュータを用いて制御する。これにより、プログラミング次第で所望の熱分布形成が可能となった。さらに、集光するための対物レンズとして光学顕微鏡を用いた場合には、限界までレーザスポットを小さくすることにより1 μ m程度に集光できた。また顕微鏡内には照明光と同軸にレーザ光を入れることで、焦点部の観察が可能となった。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明が採用した技術解決手段は、レーザ光と、このレーザ光を集光し試料上に照射する集光手段と、レーザ光を走査する走査手段と、試料載置用のステージとによって構成されていることを特徴とするレーザマイクロ切断装置である。また、前記レーザ光はYAGレーザであることを特徴とするレーザマイクロ切断装置である。また、前記走査手段はガルバノミラーであることを特徴とするレーザマイクロ切断装置である。また、前記ステージは少なくともX、Y、Z方向のいずれか一方方向に移動可能なステージであること

(3)

特開2003-71828

を特徴とするレーザマイクロ切断装置である。また、前記集光手段は対物レンズであることを特徴とするレーザマイクロ切断装置である。また、前記集光手段は光学顕微鏡であることを特徴とするレーザマイクロ切断装置である。また、前記レーザ光と同軸に照明光を入れ、焦点部の観察を可能としたことを特徴とするレーザマイクロ切断装置である。また、レーザ発振源から発振されたレーザ光を対物レンズまたは光学顕微鏡で集光して試料上に照射し、試料をレーザマイクロ切断することを特徴とするレーザマイクロ切断方法である。また、レーザ光発振源から発振されたレーザ光を試料上に対物レンズまたは光学顕微鏡で集光し、試料上でレーザ光を走査しながら試料をレーザマイクロ切断することを特徴とするレーザマイクロ切断方法である。また、前記試料上でレーザ光を走査しながら試料載置用のステージを移動し試料をレーザマイクロ切断することを特徴とするレーザマイクロ切断方法である。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明すると、図1は本発明に係るレーザマイクロ切断装置の構成図、図2はレーザ走査軌跡とクラックの進展および波状切断を説明する図、図3は実験により微小短冊を形成した写真、図4は実験による波状切断面の形成状態を示す写真である。

【0009】図1において、1はレーザ発振源（YAGレーザ）、2は走査手段（例えばガルバノミラー）、3はガルバノミラー制御用のコンピュータ、4はダイクロックミラー、5はレーザ光を集光するための集光手段（例えば対物レンズ）、6は試料ステージであり、これらによってレーザマイクロ切断装置が構成されている。そして、この装置には必要に応じてレーザ光と同軸にCCDカメラ7を配置し、さらにCCDカメラ用のモニター8が配置される。なお、9はステージ上に載置された硬脆材料からなる試料である。

【0010】上記装置においてレーザマイクロ切断を行うには、レーザ発振源1から発振されたレーザ光を対物レンズ5で集光し試料9の端面近傍に照射する。この時、レーザ光はステージ6上の試料表面に対して垂直に照射される。またレーザ光は走査手段としてのガルバノミラー2を用いて試料9上のX-Y平面上に任意の走査が可能である。この結果、加熱点近傍で硬脆材料にクラックが発生し、このようにして発生したクラックの先端にレーザを照射し、さらにX、Yステージ6を移動させれば、クラックが進展し硬脆材料をレーザマイクロ切断することができる。また、レーザ光をガルバノミラー2によって走査し多点加熱を行うことで、クラックの進展を制御し、より微細な自由形状のレーザマイクロ切断を実現することができる。また、切断の様子はCCDカメラ7によって随時観察がなされる。

【0011】なおレーザ発振源としてはYAGレーザ以

外に、YLFレーザやCO₂レーザを使用することができる。また、レーザ光を集光する対物レンズには、光学顕微鏡を使用することもできる。

【0012】以下上記発明に係る実験装置および実験結果を説明する。

硬脆材料のレーザマイクロ切断の実験装置および実験方法

実験装置

レーザはCWNd:YAGレーザ（ $\lambda=1.06\mu\text{m}$ ）を用いた。レーザ光は対物レンズによって集光され、ステージ上の試料表面に対して垂直に照射される。さらにガルバノミラーを用いてX、Y平面上に任意の走査が可能である。試料には青色ガラスを用いた。切断の様子はCCDによって随時観察可能である。

【0013】実験方法

試料の端面近傍にレーザを照射すると、加熱点近傍でクラックが発生する。このようにして発生したクラックの先端にレーザを照射し、ステージを移動させれば、クラックが進展し切断が可能である。ここではレーザ光をガルバノミラーによって走査し多点加熱を行うことで、クラックの進展を制御し、より微細な自由形状の切断を実現することを目的とした。微小幅の短冊の形成、および微細で自由形状の切断面の形成をおこなった。

【0014】波状切断面の形成および微小幅短冊の形成レーザ走査の様子を図2に示す。まず目的とする切断の進行方向（Y軸方向）に対して垂直方向（X軸方向）に、長さ20 μm 、繰り返し周波数190Hzでレーザ光を走査した。同時に送り速度550 $\mu\text{m/s}$ でY軸方向にステージを移動させて切断を行った。このときガラス面上の走査軌跡を図2（a）に示す。

【0015】次に切断の進行方向（Y軸方向）に対して垂直方向（X軸方向）に、長さ270 μm 、繰り返し周波数1.25Hzでレーザ光を走査させた。同時に送り速度250 $\mu\text{m/s}$ でY軸方向にステージを移動させ切断を行った。このときガラス表面における走査軌跡を図2（b）に示す。

【0016】上記切断装置によって微小幅短冊を形成した結果を図3に示す。切断面は走査周波数に相当する微細な波面がみられたものの、安定して150 μm 幅の短冊を創成することが可能であった。

【0017】上記波状切断面の形成の実験結果を図4に示す。図中（a）は試料上面を光学顕微鏡で観察した結果である。図（b）は切断面を示している。これによりレーザの走査軌跡にゆるやかに沿うようにして波状の切断面が形成されていることが判った。さらに切断面は鏡面であった。

【0018】以上本発明の実施形態について説明してきたが、硬脆材料としては、例えばサファイア、セラミックス、シリコン等の半導体部品材料が対象となり、また、レーザ光としてはYAGレーザ以外にYLFレーザ

(4)

特開2003-71828

やCO₂レーザを使用することができ、中でも、YAGレーザが望ましい。さらに、レーザ光の走査手段はガルバノミラーに限定することなく、同様な機能を達成できる他の手段を使用することもできる。たとえば液晶SLMを使用すれば、凹凸のある材料表面に対して、表面に焦点をあわせたまま高速に多光線を正確に走査可能である。したがって、マイクロ切断を平面から凹凸のある3次元形状の材料に適用することが可能となる。

【0019】さらに、本発明はその精神または主要な特徴から逸脱することなく、他のいかなる形でも実施できる。そのため、前述の実施形態はあらゆる点で単なる例示にすぎず限定的に解釈してはならない。

【0020】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、硬脆材料をマイクロ領域で自由形状に切断することが可能となった。良く絞られたレーザビームを加工物表面に走査することで、熱歪みの分布をマイクロ領域で精密に制御することが可能となった。切断であるため、切り屑がでることがなくクリーン加工法である。電子デバイス、光学素子、半導体プロセス中の精密加工、

マイクロマシンの制作技術等にも利用することができる。等々の優れた効果を奏することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るレーザマイクロ切断装置の構成図である。

【図2】レーザ走査軌跡とクラックの進展および波状切断を説明する図である。

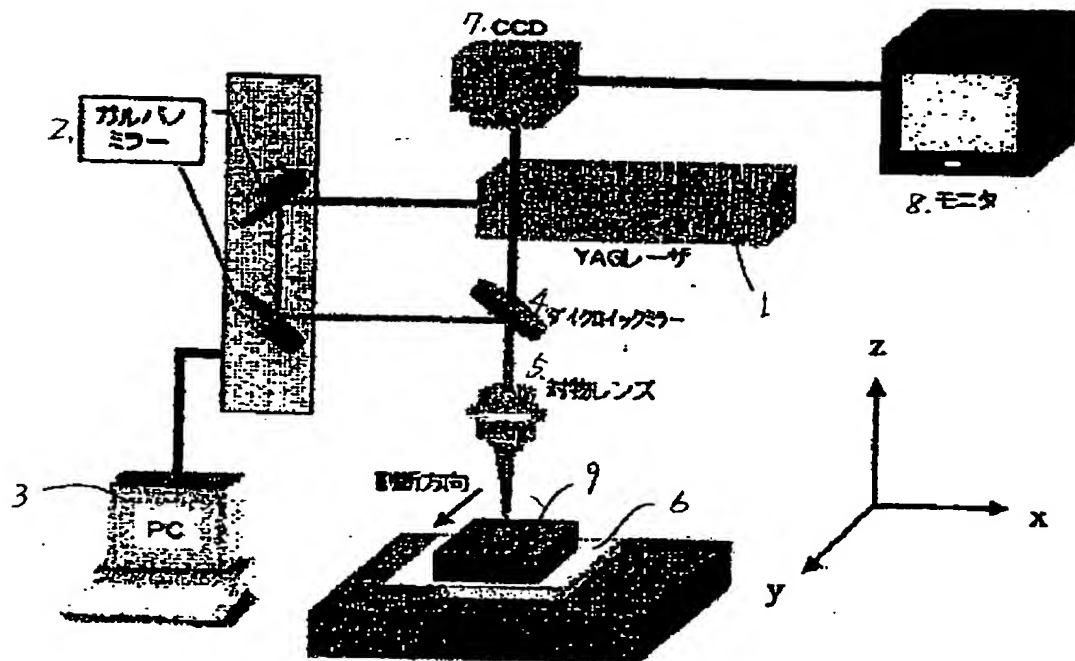
【図3】実験により微小短冊を形成した写真である。

【図4】実験による波状切断面の形成状態を示す写真である。

【符号の説明】

- | | |
|---|-----------|
| 1 | レーザ発振源 |
| 2 | ガルバノミラー |
| 3 | コンピュータ |
| 4 | ダイクロックミラー |
| 5 | 対物レンズ |
| 6 | ステージ |
| 7 | CCDカメラ |
| 8 | モニタ |
| 9 | 試料 |

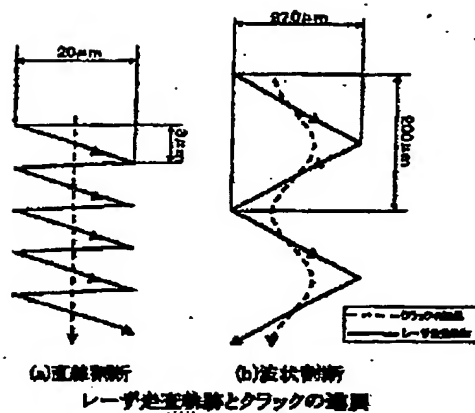
【図1】



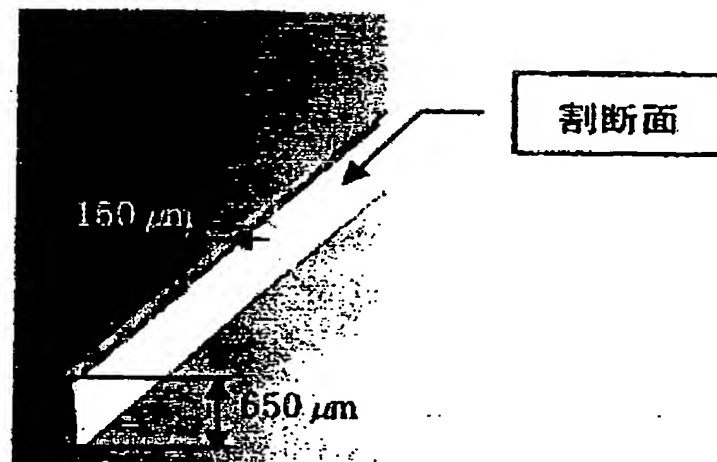
(5)

特開2003-71828

【図2】



【図3】

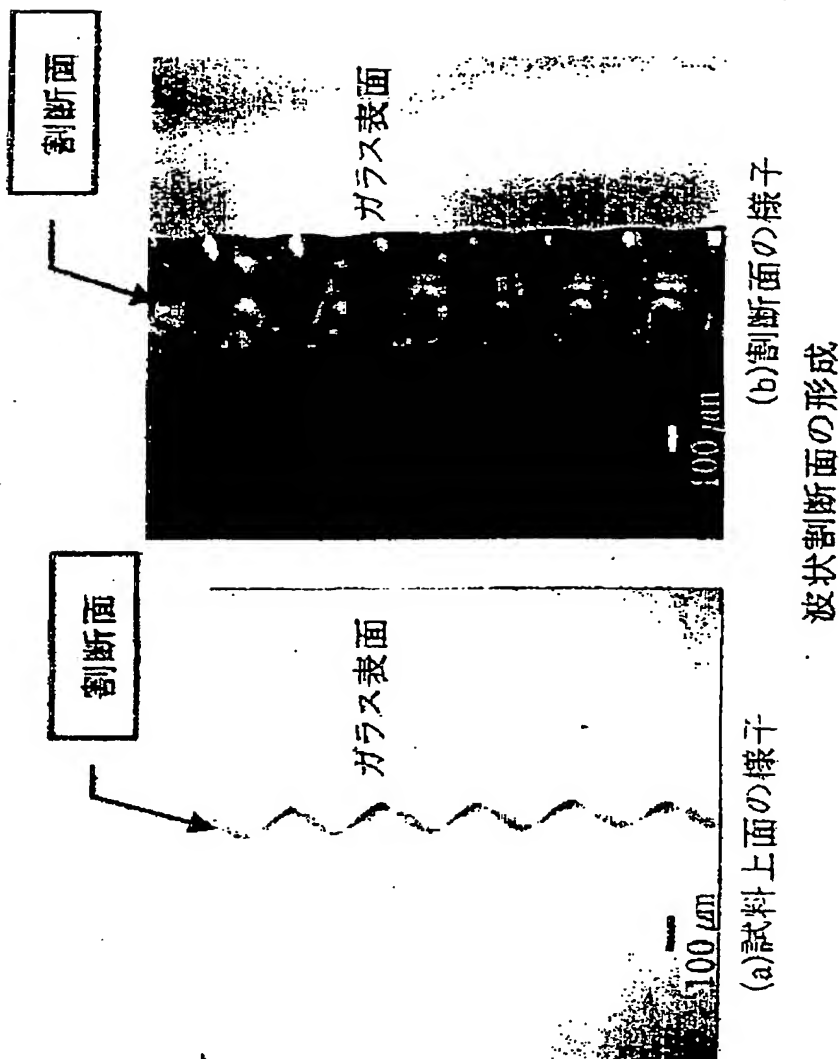


微小幅短冊の形成

(6)

特開2003-71828

【図4】



【手続補正書】

【提出日】平成13年9月10日(2001.9.10)

0)

【手続補正1】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図1

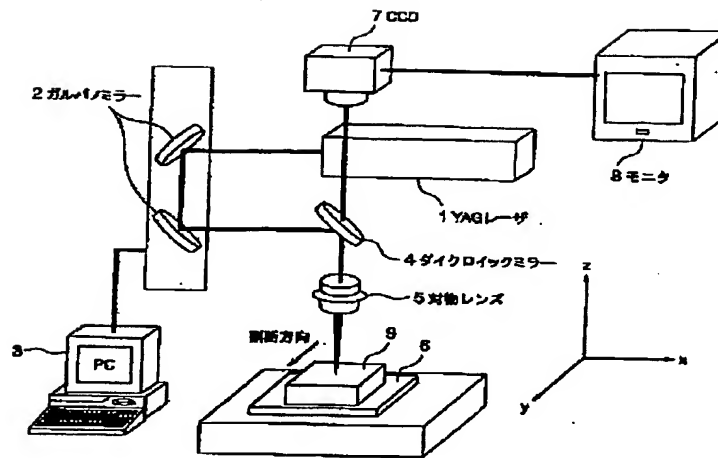
【補正方法】変更

【補正内容】

【図1】

(7)

特開2003-71828



【手続補正2】

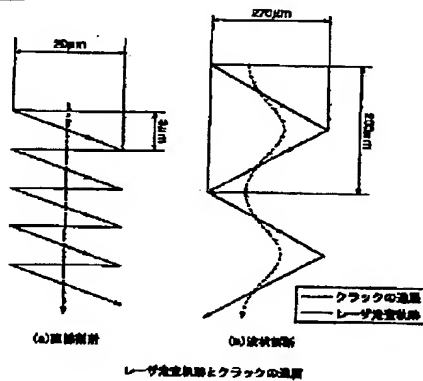
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図2

【補正方法】変更

【補正内容】

【図2】



[What is claimed]

[Claim 1]

A laser micro cutting apparatus comprising:
a laser beam;
a condensing means of condensing the laser beam, and
irradiating the laser beam on a specimen;
a scanning means of scanning the laser beam; and
a stage for loading the specimen.

[Claim 2]

The laser micro apparatus set forth in claim 1, wherein the laser beam is a YAG laser.

[Claim 3]

The laser micro apparatus set forth in claim 1 or 2, wherein the scanning means is a Galvano mirror.

[Claim 4]

The laser micro apparatus set forth in any one of claim 1 through claim 3, wherein the stage is movable at least in any one of X, Y, and Z directions.

[Claim 5]

The laser micro cutting apparatus set forth in any one of claim 1 through claim 4, wherein the condensing means is an objective lens.

[Claim 6]

The laser micro cutting apparatus set forth in any one of claim 1 through claim 5, wherein the condensing means is an optical microscope.

[Claim 7]

The laser micro cutting apparatus set forth in any one of claim 1 through claim 6, wherein an illumination light is disposed coaxially with the laser beam, and a focus section can be observed.

[Claim 8]

A laser micro cutting means comprising:
a step of condensing a laser beam oscillated from a laser beam oscillating source by an objective lens or an optical microscope, and irradiating the laser beam on a specimen; and
a step of laser micro-cutting the specimen.

[Claim 9]

A laser micro cutting means comprising:

a step of condensing a laser beam oscillated from a laser beam oscillating source on a specimen by an objective lens or an optical microscope; and

a step of laser micro-cutting the specimen while scanning the laser beam on the specimen.

[Claim 10]

The laser micro cutting means set forth in claim 9 further comprising:

a step of moving a stage for loading the specimen while scanning the laser beam on the specimen; and

a step of laser micro-cutting the specimen.

[0009]

In Fig. 1, reference numeral 1 is a laser oscillating source (YAG laser), 2 the scanning means (for example, Galvano mirror), 3 a computer for controlling the Galvano mirror, 4 a dichroic mirror, 5 the condensing means for condensing the laser beam (for example, the objective lens), and 6 the specimen stage, and the laser micro cutting apparatus includes these components. Also, in the apparatus, there is disposed CCD camera 7 coaxially with the laser beam as needed, and there is further disposed monitor 8 for the CCD camera. Reference numeral 9 is the specimen made of a hard and brittle material loaded on the stage.

[0010]

When the laser micro cutting is performed in the apparatus, the laser beam oscillated from laser oscillating source 1 is condensed by objective lens 5, and is irradiated in the vicinity of an edge plane of specimen 9. At this moment, the laser beam is irradiated perpendicular to a surface of the specimen on stage 6. Also, the laser beam can be scanned arbitrarily on X-Y plane surface of specimen 9 using Galvano mirror 2 as the scanning means. As a result, a crack occurs in the vicinity of a spot heating of the hard and brittle material, and when the laser beam is directed onto a crack tip occurred in such the way, and further X-Y stage 6 is moved, the crack is propagated, thereby

enabling the hard and brittle material to be laser micro-cut. Furthermore, with the multi-spot heating by scanning the laser beam by Galvano mirror 2, the propagation of the crack is controlled, thereby enabling the laser micro cutting to be more fine and free-shape cutting. Moreover, the cutting can be observed any time by CCD camera 7.

[0011]

In effect, as the laser oscillating source, in addition to the YAG laser, a YLF and CO₂ lasers can be used. Moreover, the optical microscope can be used instead of the objective lens condensing the laser beam.

[0012]

Hereafter, a test apparatus and test result will be described. The test apparatus and the test method of the laser micro cutting of the hard and brittle material.

The test apparatus

A CWNd: YAG($\lambda = 1.06 \mu\text{m}$) laser is used. The laser beam is condensed by the objective lens, and is irradiated perpendicular to the surface of the specimen on the stage. Furthermore, the scanning can be arbitrarily performed on X-Y plane surface using the Galvano mirror. The specimen of the blue tint glass is used. The state of the cutting can be observed any time by the CCD.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.